The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	低温センター吹田分室に着任して ： 高温～資源循環～低温
Author(s)	中本, 将嗣
Citation	大阪大学低温センターだより. 2016, 166, p. 9-12
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/62118
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

談話室

低温センター吹田分室に着任して
－高温～資源循環～低温－

低温センター吹田分室　中本将嗣
E-mail: nakamoto@mat.eng.osaka-u.ac.jp

私、中本将嗣は2016年2月1日付で百瀬英毅准教授（安全衛生管理部）の後任として低温センター吹田分室の助教に着任しました。低温センターの『低温』とは真逆の『高温』の乾式冶金を専門とし、『低温』の「て」の字も分からないまま低温センターに着任し半年が過ぎました。本来であれば、直接ご挨拶を申し上げるべきところで、紙面では大変失礼かとは思いますが、この機会に自己紹介もかねてご挨拶をさせていただきます。

釈迦に説法かとも思いますが、低温センターだよりを読まれている極低温・低温領域の研究に携わっている皆様には馴染みの薄い分野なので、乾式冶金の説明を致します。冶金とは、鉱石その他の原料から有用な金属を採取・精製・加工して、種々の目的に応じた実用可能な金属材料・合金を製造すること、また、そのために必要となる技術・学術体系を言います。特に高温化学反応による金属製錬を乾式冶金とよびます。乾式冶金の代表例としては、高炉法、転炉製鋼法、電気炉製鋼法、二次精錬法などの鉄鋼製錬技術が挙げられます。特に私はこれまで高温乾式冶金の基盤となる高温における液体・固体状態の金属・酸化物の物性（表面張力・粘度など）の研究[1]を進めてきました（図１）。実は最初の研究は『低温』？における表面張力の測定でした。研究対象ははんだ材料に使われる融点が数百℃程度の溶融金属でしたが、研究室では、鉄鋼製錬など高温素材製造プロセスに関わる研究が盛んに進められており、Fe（融点 1538 ℃）などの金属と比較すると『低温』の研究でした。一方で、高温の研究と言えども『低温』は核となる技術でした。酸素の存在が大きく影響する溶融金属の表面張力測定では、ドライアイスや液体窒素を用いた露点法により酸素を生み出す要因であるガス中の水分を除去し、ガスの高純度化を実現しています。高温乾式冶金を軸に鉄鋼製錬プロセスの低温化・エネルギー削減を目標とした研究を進め、「環境調和型製鉄プロセス構築を目指したスラグの物性に関する研究」で学位論文をまとめました。

図１ 大滴法による溶融金属の表面張力測定。

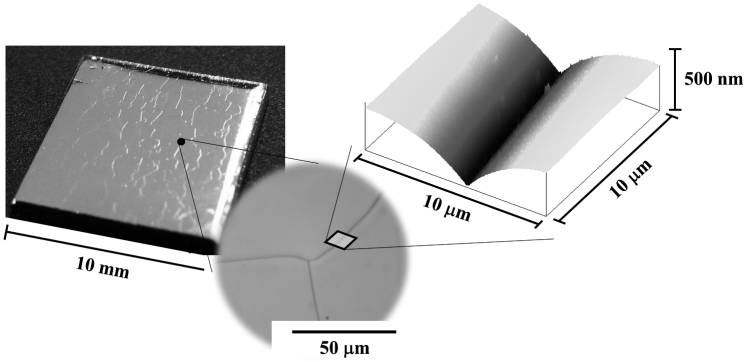

図２ 多相平衡法による固体金属の表面張力測定。

学位取得後、2年間はフィンランドのヘルシンキ工科大学（現在のアアルト大学）にフィンランド技術庁（Tekes）のプロジェクト研究員として所属し、高温の物性研究を軸に研究活動を行いました。ナノ材料の合金系計算状態図に関するプロジェクトで、状態図の熱力学計算に必要不可欠な固体金属の表面張力の測定精度の向上が目的でした（図２）[2]。フィンランドでの『低温』との関わりはと言いますと、北欧の国であるフィンランド自体がそうでしょうか・・・。私の滞在中最も寒かった日は－25 ℃、フィンランド発祥のサウナの後に池で3 mを泳ぎ切ったのは－18 ℃でした（図３）。今思い起こすと研究は高温でしたが、プライベートではすでに『低温』を肌身で感じるほどに経験していた？

図３ 筆者が行ったサウナ。

帰国後は、大阪大学－住友金属（鉄鋼元素循環工学）共同研究講座（新日本製鐵と住友金属工業の合併により2012年に大阪大学－新日鐵住金共同研究講座に名称変更）で特任助教として着任し、それまで培ってきた高温乾式冶金に基づく資源循環の研究に取り組みました。共同研究講座とは、産業界と大学とが連携して産業創出拠点を構築することと目指して、大阪大学が先駆けて開始した制度で、“Industry on Campus”の標語のもと企業－大学研究者がともに研究室を運営する研究組織です。大学内にいながら日々企業研究者と関わって研究・開発が進められたこと、住友金属工業、新日鐵住金の方々と交流した経験は非常に貴重なものでした。ハイブリッド自動車のモーター、ネオジム磁石、リチウムイオン電池など使用済み製品、副生物、廃棄物を対象とし、これまで培ってきた高温乾式冶金の知見を応用展開すると伴に、新原理に基づく抽出・濃縮などの資源循環技術を見出しました（図４）。ラボスケールでの基礎研究に留まらず、国内外での特許取得、数十kg溶解基礎試験装置、数トン/日実証試験装置などを用いたスケールアップを通して、開発した技術の確立・実証、実用化に向けた取り組みを行いました[3]。この時、私の気を引くメールがありました。それは、低温センターから届いた「ヘリウム供給不足への対応」に関するメールでした。主にレアメタルなど金属元素のリサイクルしか頭になかった当時、不活性ガスであるヘリウムの資源問題は思いもよらない出来事でした。

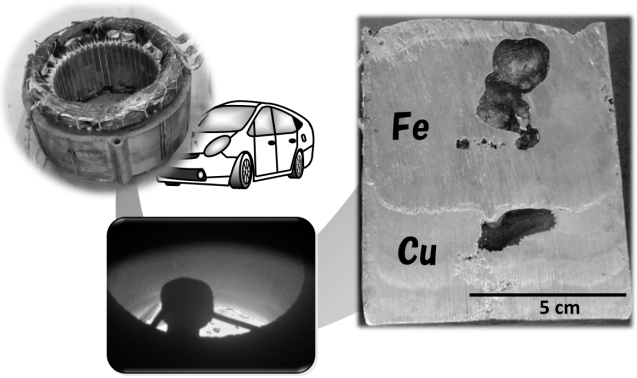

図４ 銅鉄2液相分離によるハイブリッド自動車用モーターの銅と鉄の分離。

図５ 金属積層造形装置：レーザービーム積層造形装置（左）と電子ビーム積層造形装置（右）。

その後は、京都大学大学院工学研究科材料工学専攻の安田研究室に特定研究員として所属し、凝固現象に関わる研究に関わりました。液相から固相組織をデザインする凝固は、これまで研究対象としてきた液体状態、固体状態といった個別の安定状態を結び付ける現象であり、異なる観点から材料学を見る良い機会でありました。半年間後には大阪大学に戻り、工学研究科の異方性カスタム設計・AM（3Dプリンター）研究開発センター所属で特任助教として、内閣府主導の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）／革新的設計生産技術「三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証」プロジェクト[4]に従事しました（現在も兼務）。ものづくりを上流設計から生産技術まで顧客起点の一気通貫で考える手法、積層造形のような最先端ものづくり技術、新市場創成・獲得のための手法づくり・明確な出口事業の具現化など新しいものづくりスタイルの確立を目指した取り組みは、素材・材料に特化してきた私にとって、思考の幅を大いに広げることが出来ました。一方で、最先端技術である金属積層造形でも高温での溶融－凝固・組織形成といった高温乾式冶金が凝縮された一連の現象が起きており、金属積層造形を通じて高温における研究領域に深みを増していきたいと考えております（図５）。

そして、2016年2月、大阪大学 低温センター 吹田分室の助教として着任しました。では、なぜ、高温の私が低温センターに？・・・というところですが、住友金属共同研究講座で行っていた資源循環技術の研究開発を通じて資源循環に関わることに強い関心を抱いていていました。実際に希少資源であるヘリウムの資源再生を行っており、さらにそのことが大阪大学における最先端研究・高度教育の推進の後ろ盾になっている低温センターに非常に大きな意義を感じたからです。一方で、高温世界から真逆の低温・極低温の世界へは、不安半分・未知なる領域への興味半分で清水の舞台から飛び降りる気持ちで飛び込みました。恥ずかしながら、『低温』の「て」の字もわかっていない状態ですが、高温での物性研究を継続させながら、それと関連させた研究を低温でも展開していければと考えております。近い？将来には、低温センターだよりの研究ノート、技術ノートで･･･。

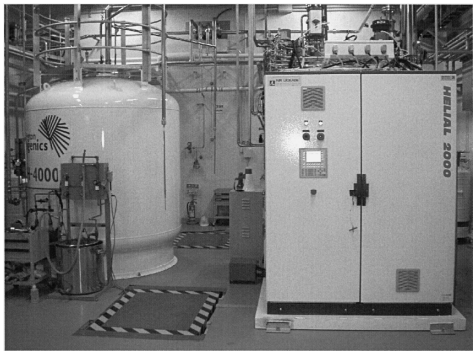

図６ 大阪大学 低温センター 吹田分室（左）とヘリウム液化装置（右）。

この半年間、吹田分室の運営に関してはセンター長 中谷先生、技術の大寺さん、大城さん、事務の印藤さんに支えられ、そして、前任者の百瀬先生に手取り足取り指導いただき、また、低温センターとしては副センター長 野末先生、豊中分室 竹内先生からも事あるごとに救いの手を差し伸べていただきどうにか？進めて来られました。今後は一刻も早く、『低温』の「て」から「い」までを理解し、液体ヘリウムを安定して供給していくことは勿論のこと、皆様のお力になれるよ

うに努めてまいりたいと思いますので、皆様方からのご指導・ご鞭撻何卒よろしくお願い申し上げます（図６）。

文献

1. 例えば、M. Nakamoto, J. Lee, and T. Tanaka, ISIJ Int. **45**, 651 (2005).
2. 例えば、M. Nakamoto, M. Liukkonen, M. Friman, E. Heikinheimo, M. Hämäläinen, L. Holappa, and T. Yamamoto, Scr. Mater. **62**, 871 (2010).
3. 例えば、M. Nakamoto, T. Yamamoto, K. Kubo, and F. Katsuki, Osaka University, Apr. 9, 2014: ZL201080008784.2(China).
4. 掛下知行，田中敏宏，中野貴由，荒木秀樹，古寺雅晴，山口勝己，西田一人，寺西正俊，まてりあ **54**, 491 (2015).